



Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки

University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

## Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 6  
No 6

Година VI  
Volume VI

Ноември 2012  
November 2012

УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

---



**Природни ресурси и технологии**  
**Natural resources and technology**

**ноември 2012**  
**november 2012**

ГОДИНА 6  
БРОЈ 6

VOLUME VI  
NO 6

---

UNIVERSITY "GOCE DELCEV" – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

## ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

### За издавачот

Проф. д-р Зоран Панов

#### Издавачки совет

Проф. д-р Саша Митрев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

#### Editorial board

Prof. Saša Mitrev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

#### Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Доц. д-р Дејан Мираковски

#### Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Ass. Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

#### Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

#### Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

#### Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

#### Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

#### Техничко уредување

Славе Димитров  
Благој Михов

#### Technical editor

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

#### Печати

„2 Август“ - Штип

#### Printing

„2 Avgust“ - Stip

#### Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

#### Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

УДК: 622.22

Оригинален научен труд  
Original research paper**ВЛИЈАНИЕТО НА СТРУКТУРНИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ НА  
КАРПЕСТИОТ МАТЕРИЈАЛ ВРЗ ТРОШОЦИТЕ ЗА ИЗРАБОТКА  
НА ХОРИЗОНТАЛНИ РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ****Николинка Донева<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Марија Хаџи Николова<sup>1</sup>,  
Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>**

**Апстракт:** Во овој труд се претставени структурните карактеристики на карпестиот материјал и нивното влијание врз трошоците за изработка на хоризонтални рударски простории. Анализирани се изработката на хоризонтални рударски простории во иста работни средини, но со различни структурни карактеристики и се утврдени трошоците за нивна изработка.

**Клучни зборови:** работни операции, едноаксијална притисна цврстина, испуканост

**INFLUENCE ON STRUCTURAL CHARACTERISTIC OF THE  
ROCK MATERIAL ON EXPENDITURES FOR CONSTRUCTION ON  
HORIZONTAL MINING FACILITIES****Nikolinka Doneva<sup>1</sup>, Zoran Despodov<sup>1</sup>, Marija Hadzi Nikolova<sup>1</sup>, Sto-  
jance Mijalkovski<sup>1</sup>**

**Abstract:** This paper presents the structural characteristics of rock material and their influence on the expenditures for construction on horizontal mining facilities. Analyzed the construction of horizontal mining facilities in the same rock type, but with different structural characteristics and determined the expenditures of their construction.

**Key words:** working operations, uniaxial compressive strength, cracked

**1. Вовед**

Во тек на долгата рударска пракса се дошло до сознание дека во рамки на ист вид на карпест материјал се среќаваат зони со различни структурни карактеристики. Различните карактеристики условуваат и различна стабилност на карпестиот материјал при извршување на различни операции, како при експлоатација, така и при изработка на подземни рударски објекти.

<sup>1)</sup> Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип  
Faculty of Natural and Technical Sciences, University “Goce Delcev” Stip



## 2. Структурни карактеристики на карпест материјал

Одредувањето на структурните карактеристики подразбира утврдување на сите рамнини на ослабнување и оштетување, имајќи предвид дека пукнатините и нивните системи имаат битно влијание врз физичко-механичките, деформационите, технолошките и хидролошките својства на карпестата маса како работна средина.

### а) Испуканост на карпест материјал

Нарушувањето на монолитноста на карпестиот материјал е предизвикано од појавата на шуплини, пукнатини и микропукнатини, кои се настанати во процесот на неговото формирање или со подоцнежните орогени, тектонски, хемиски и термални промени. Најопштата поделба на овие дезинтеграциони чинители, без да се земе предвид потеклото и времето на настанување е на:

- шуплини и
- пукнатини.

*Шуплините* се големи незаполнети простори во Земјината кора настанати како последица на набирањето на слоевите од карпестата маса, тектонските движења или хемиските процеси, како на пример дејството на водата во варовничните масиви. Овие оштетувања можат да бидат со големи димензии и облици и најчесто немаат некоја одредена правилност.

*Пукнатините* претставуваат многу тесна шуплина, нивната ширина се мери во делови од милиметар или сантиметар, со значителна должина и површина, го пресекува карпестиот материјал и му ја нарушува монолитноста.

Според *должината* пукнатините се делат на:

- *кратки пукнатини* - кои во најголема мера се носители на блоковската структура на карпестиот материјал и
- *пукнатини со големи должини* - овие пукнатини обично се поврзани со тектониката.

Од аспект на *ширината*, пукнатините можат да се поделат во повеќе групи и тоа:

- *микропукнатини*, пукнатини кај кои ширината се мери во микрони;
- *тенки*, пукнатини со ширина до 1,0 mm;
- *ситни*, пукнатини со ширина од 1 до 5 mm;
- *средни*, пукнатини со ширина од 5 до 20 mm;
- *крупни*, пукнатини со ширина од 20 до 100 mm;
- *многу крупни*, пукнатини со ширина поголема од 100 mm.

Од аспект на *обликот на сидовите* најчесто се јавуваат следниве облици:

- *пукнатини со рамни површини;*
- *пукнатини со рапави површини;*
- *комбинирани пукнатини.*

Покрај големината на пукнатините и морфологијата на сидовите на истите, од посебно значење за процесот на изработка на подземни рударски простории е заполнетоста на пукнатините со некој материјал. Од тоа дали пукнатината е заполнета или не многу зависи однесувањето на карпестиот материјал и отпорот што тој го дава при негово раздробување. При испитување на напрегањето на смолкнување е утврдено дека цврстината на смолкнување кај заполнети пукнатини е поголема и се приближува до цврстината на хомоген карпест материјал, онолку колку што цврстината на смолкнување на материјалот со кој е заполнета пукнатината е поблиска до онаа на основниот карпест материјал. Додека кај незаполнетите пукнатини цврстината на смолкнување зависи од рапавоста на сидовите на пукнатината и се движи од 10 до 20% од цврстината на смолкнување на основниот карпест материјал - за случај на ситна блоковска изделеност и 1 до 3% - кај крупна блоковска изделеност. Овие податоци укажуваат на влијанието што степенот на испуканост и блоковската изделеност го имаат врз механичките карактеристики на карпестиот материјал.

За опишување на состојбата на испуканост на карпестиот материјал, освен веќе спомнатите, се користат и следниве термини:

- *Изделеност* - претставува испресеченост на еден дел од карпестиот материјал со пукнатини што имаат различна ориентација;
- *Пукнатински системи (фамилија пукнатини)* - тоа се група на пукнатини со приближно ист правец на протегање, пад и иста генеза. Повеќе вакви системи ја чинат изделеноста на карпестиот материјал.
- *Кливаж* - тоа се посебна група на пукнатини генетски врзани со тенките слоеви и прослојките на седиментните карпи. Карактеристично за нив е што имаат мала должина - која се мери во милиметри и сантиметри, голема густина, додека ширината е многу мала и се мери во микрометри или милиметри. Овие пукнатини се јавуваат обично во два правца, кои се нормални на рамнината на слоевитост.

Од инженерско-геолошка и рударска гледна точка бројот на пукнатински системи и нивната густина се многу важни показатели во врска со однесувањето на карпестата маса по изработката на подземната рударска просторија. Бројот на пукнатински системи во голема мера ја одредува големината на блоковите, нивниот меѓусебен физички однос, потоа однесувањето, механичките карактеристики и условите кои ќе

владаат во карпестиот материјал при изработка на подземната рударска просторија.

**б) Влијание на испуканоста на стабилноста на подземната просторија**

Најважни параметри за стабилноста на подземната просторија во однос на испуканоста се:

1. *Ориентација на пукнатинските рамнини во однос на правецот на ископот – најнеповолна положба, од аспект на стабилноста на контурите на подземната просторија, има таква ориентација на пукнатините и пукнатинските системи, кај кои правецот на нивната положба е паралелен со правецот на напредување на подземната просторија (слика 1.а), додека многу помало е влијанието кога пукнатините се нормални на правецот на изработка на подземната просторија (слика 1.б) [1]. Стабилносните услови се влошуваат и во случај на зголемување на степенот на изделеност на карпестиот материјал, заради намалување на димензиите на блоковите.*
2. *Големината на попречниот пресек на просторијата - нестабилноста на блоковите околу подземната просторија е пропорционална на површината на попреченот пресек на просторијата. Поради фактот што димензиите на подземната просторија се резултат на технички барања и независно од стабилноста на поделбата на карпестиот материјал врз основа на овој коефициент остануваат непроменети, а за обезбедување на потребната стабилност се преземаат соодветни технички мерки.*
3. *Степенот на изделеност на карпестиот материјал со пукнатини и пукнатински системи.*
4. *Стабилноста на секој индивидуален блок во непосредна близина на подземната просторија.*

**3. Анализа на изработка на хоризонтална рударска просторија**

Како работна средина во којашто се врши изработката е избран гнајсот. Во табела 1 се дадени физичко-мехничките карактеристики добиени со лабораториски испитувања, кои се потребни за спроведување на ова истражување и тоа: волуменска тежина  $\gamma$  [ $\text{MN}/\text{m}^3$ ], едноаксијална притисна цврстина  $\sigma_c$  [ $\text{MPa}$ ], цврстина на затегнување  $\sigma_t$  [ $\text{MPa}$ ], кохезија  $C$  [ $\text{MPa}$ ], агол на внатрешно триење  $\varphi$  [ $^\circ$ ], Поасонов коефициент  $\nu$  и модул на еластичност  $E$  [ $\text{MPa}$ ].



**Табела 1** - Физичко-механички карактеристики на усвоената работна средина

**Table 1** - Physical and mechanical characteristics of the anticipated rocks type

ОПИС	$\gamma$ [MN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_c$ [MPa]	$\sigma_t$ [MPa]	C [MPa]	$\phi$ [°]	$\nu$	E [MPa]
гнајс	0,0275	127	14,50	20,5	37,5	0,170	42000

Усвоени се три степени на испуканост кај работната средина гнајс според податоците дадени во табела 2.

**Табела 2** - Еднооксијална притисна цврстина на карпест материјал

**Table 2** - Uniaxial compressive strength of rock mass

Раб. сред.	Едноакс. прит.цврст. на примерок $\sigma_c$ [MPa]	Раст. меѓу пукнат. l [m]	Број на пукнатини на 1m' $J_n$ [br./m']	Фактор на пукнат. $J_f$	Едноакс. прит.цврст. на к.матер. $\sigma_{cm}$ [MPa]	Ознака за раб. сред. во моделот
гнајс	127	0,45	2,22	57,96	80	1
		0,35	2,86	74,52	70	2
		0,30	3,33	86,94	63	3

Еднооксијалната притисна цврстина за усвоените три степени на испуканост кај гнајсот е пресметана со помош на образец:

$$\frac{\sigma_{cm}}{\sigma_c} = e^{-0,008 \cdot J_f}, [\text{MPa}] \quad (1)$$

каде се:

$\sigma_{cm}$  - еднооксијалната притисна цврстина на карпест материјал, [MPa];

$\sigma_c$  - еднооксијалната притисна цврстина на монолит, [MPa];

$J_f$  - фактор на пукнатините.

каде се:

$$J_f = \frac{J_n}{n \cdot r}, \quad (2)$$

$J_n$  - број на пукнатини на еден метар, [br./m'];

$n$  - параметар на наклонот, зависи од наклонот на рамнината на пукнатините спрема правецот на поголемото главно напрегање (табела 3);

$r$  - параметар на цврстината на пукнатините,  $r = \lg \phi$ .



Табела 3 - Параметар на наклон на пукнатините

Table 3 - Parameter on joint inclination

Агол на ориент на пукнатин, $\beta$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n	0,82	0,46	0,11	0,05	0,09	0,30	0,46	0,64	0,82	0,95

За да се добијат податоци што ќе можат да се споредат е потребно останатите влијателни параметри во системот на изработка на рударска просторија да бидат исти кај сите рударски простории [3].

Како **фиксни параметри** во системот на изработка ќе влезат:

- големината на попречниот пресек на просторијата – 10,1 m<sup>2</sup>;
- формата на попречниот пресек на рударската просторија - високозасводена;
- просечната длабочина на трасата на истата – 500 m;
- век на употреба на рударската просторија – релативно долг;
- ниво на механизираниост на процесот на изработка – бидејќи станува збор за профил со иста големина ќе се примени иста механизација;
- организација на работа – ќе се примени врзан технолошки циклус со точно времетраење на работните операции;
- метода за пробивање на рударската просторија – со примена на дупчечко-минерски работи;
- оспособеност на работниот персонал – релативно добро обучен;
- времетраење на една смена и број на смени на ден – во пресметките ќе се оди со шест ефективни часа на смена и три смени на ден.

#### 4. Параметри на одделните работни операции

Кај сите варијанти дупчотините се со пречник  $\varnothing$  45 mm, освен централната, која има пречник  $\varnothing$  64 mm. Големината на ископниот попречен пресек изнесува  $S_{\text{ис}} = 10,6 \text{ m}^2$ .

Применет е призматичен тип на залом со празна централна минска дупка. За минирање ќе се примени експлозив AMONEKS-3, производство на „Traual“ корпорација од Крушевац, Р.Србија. За помошните и заломните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник  $\varnothing$  38 mm, а за периферните мински дупчотини ќе се користат патрони со пречник  $\varnothing$  28 mm. Пресметките за потребните дупчечко-минерски параметри се направени по исти обрасци и проверени со искуствени податоци (ова важи за сите работни операции) за сите варијанти (табела 4).

По дупчечко-минерските работи следува пауза од 30 мин. (време усвоено за сите варијанти), кога со помош на компресиони ЛВС работилиштето се ослободува од запрашеноста и штетните гасови од минирањето. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 5.

Кај работната операција товарење и транспорт како влезен податок е количината на одминирани материјал од едно минирање, во растресита состојба. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 6.

За подградување ќе се примени еластична подграда (прскан бетон + челична мрежа + анкери)[2]. Застапеноста на одделните елементи на подградата зависи од направените пресметки за потребна носивост на подградата, во зависност од карактеристиките на работната средина. Параметрите за оваа работна операција се дадени во табела 7.

Табела 4 - Дупчечко-минерски параметри  
Table 4 - Drilling and blasting parameters

Параметар	гнајс 1	гнајс 2	гнајс 3
Број на мински дупчотини [бр.]	29	29	27
Должина на минска дупка [m]	2,70	2,70	2,70
Должина на напредување од едно мин.м]	2,30	2,30	2,30
Вкупна должина на мински дупчотини [m]	78,30	78,30	72,9
Вкупно време за дупчење и минирање [h]	4,08	4,08	3,88
Вкуп. време за дупчење и мин.за м' [h/m']	1,77	1,77	1,69
Волумен на материјал во растр. сост. [m <sup>3</sup> ]	36,60	36,60	36,60
Маса на ископот	67,10	67,10	67,10
Вкуп. колич. на експлозив за 1 мин.[kg]	54,60	48,80	45,6
Специфична потрош. на сл.детон.[det./m']	12,17	12,17	11,3
Потрош. на експл. по 1 м' ходник [kg/m']	23,74	21,22	19,83
Број на работници за дучење и мин.[бр.]	3	3	3
Норматив за нади. за дупч.и мин.[nad./m']	0,89	0,89	0,84

Табела 5 - Параметри на ЛВС  
Table 5 - Parameters of LVS

Параметар	Големина
Вентилатор од тип Zitron 7-30/2 [бр.]	1
Мокност на електромоторот на вентилаторот [kW]	30
Работен притисок - $H_v$ [Pa]	2674
Проток на вентилатор - $Q_v$ [m <sup>3</sup> /s]	9,3
Количина воздух на работно чело - $Q_e$ [m <sup>3</sup> /s]	8,86
Дијаметар на цевковод - d [m]	0,7
Должина на една цевка [m]	1

**Табела 6** - Параметри за работна операција товарење и транспорт /  
**Table 6** - Parameters for working operation loading and hauling – variant A1/1

Параметар	големина
Коеф. на полнење на LHD машината	0,85
Коефициент на растреситост	1,5
Насипна густина [ $t/m^3$ ]	1,83
Бр. на циклуси за материјал 1 мин. на LHD машината [cikl.]	23
Вк.време за тов.и транс.на матер. од 1 минирање со LHD [min]	79,2
Бр.на цикл. за 1 мин. на JK [ciklusi]	5
Вкупно време за транспорт на материјал од 1 минирање со JK [min]	90,1
Вк.време за тов. и тран. на материјал од едно минирање [min]	169,3
Време за товарење и транспорт во часови за изработен 1 m' [h/m']	1,22
Бр.на работници за тов. и транс [br.]	2
Норматив за надници за товарење и транспорт по m' [nadn/m']	0,41

**Табела 7** - Параметри за работна операција подградување  
**Table 7** - Parameters for working operation supporting

Параметар	гнајс 1	гнајс 2	гнајс 3
Полупречник на просторијата [m]	1,6	1,6	1,6
Радиус на распукана зона [m]	1,674	1,674	1,674
Потребна носивост на подградата [MPa]	4,7	3,8	3,3
Носивост на прстен од матична карпа [MPa]	10,2	9,3	8,4
Вкупна носивост на подградата [MPa]	10,75	9,84	8,99
Потребен волумен на прскан бетон за прв слој [ $m^3$ ]	2,35	2,35	2,35
Дебелина на прв слој на прскан бетон [m]	0,03	0,03	0,03
Должина која наеднаш се подградува $l$ [m]	9,2	9,2	9,2
Потребен волумен на пр. бетон за втор слој за $l$ [m] [ $m^3$ ]	3,14	3,92	3,92
Дебелина на втор слој на прскан бетон [m]	0,04	0,05	0,05
Вкупно време за подградување на $l$ [m] [h]	11,2	11,7	12,2
Потр. на цемент за 1 m' ходник [kg/m']	257	293	293
Потр.на песок за 1 m' ходник [ $m^3/m'$ ]	0,72	0,82	0,82
Потр. на акцелератор за 1 m' ходник [kg/m']	13	15	15
Потр. на ч.мрежа за 1 m' ходник [kg/m']	20,39	20,39	20,39
Потр. на анкери за 1 m' ходник [br./m']	4	4	5
Вк. време за подградување на 1m' [h/m']	1,5	1,6	1,6
Бр. на раб. кои работат на подград.	3	3	3
Нор.на надници за подгр. [nadn./m']	0,73	0,76	0,79



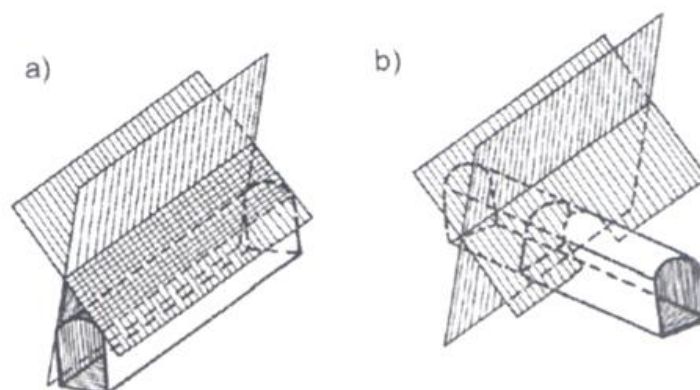
### 5. Пресметани трошоци за изработен метар должен хоризонтална просторија

Врз основа на утврдените параметри, поединечните цени за потрошените материјали, набавните цени на механизацијата и цената на бруто дневница утврдени се трошоците на одделните работни операции кај сите варијанти на хоризонтална рударска просторија (табела 8).

Табела 8 - Вкупни трошоци за изработка на 1 m' хоризонтална рударска просторија

Table 8 - Total expenditures for construction of 1 m' horizontal mining facilities

Трошоци за изработка [€/m']	гнајс 1	гнајс 2	гнајс 3
Трошоци за дупчење и минирање	141,43	138,66	136,26
Трошоци за проветрување	17,00	17,10	17,19
Трошоци за товарење и транспорт	104,78	104,78	104,78
Трошоци за подградување	164,09	173,00	179,26
Трошоци за помошни работни операции	42,10	42,72	43,03
Вкупни трошоци за изработка на 1 m' хоризонтална рударска просторија [€/m']	469,41	476,26	480,52



Слика 1 - Влијание на ориентацијата на пукнатините и пукнатинските системи во однос на правецот на изработка на подземната просторија, а) неповолна ориентација, б) оптимална ориентација (според Hoek и Brown)

Figure 1 - Impact of the orientation on joints and joint sets in terms of direction on construction of the underground drift, a) unfavorable orientation, b) optimum orientation (by Hoek and Brown)

### Заклучок

Од изнесените резултати од научното истражување може да се заклучи дека различните структурни карактеристики кај ист тип на карпест материјал доведува до разлики во трошоците за изработка на 1 m<sup>3</sup> хоризонтална рударска просторија. При што кај работни средини помала испуканост најголеми се трошоците за дупчење и минирање, како расте испуканоста овие трошоци опаѓаат, а за сметка на нив растат трошоците за подградување. Вакви разлики се јавуваат поради фактот што барањата во поглед на дупчење и минирање се поголеми кај поцврсти средини, додека колку средината е поиспукана и послаба толку се поголеми барањата за подградување.

### Литература

- Brady, B., Brown, E.T. *Rock mechanics for underground mining*. University of Western Australia. Queensland, Australia: e-book..
- Донева, Н., Веселиновски, П., Мијалковски, С. (2008). *Компаративна анализа за подградување на хоризонтална рударска просторија со еластична и дрвена подграда*. II стручно советување на тема: Технологија на подземна експлоатација на минерални сировини - ПОДЕКС '08, СРГИМ, М. Каменица.
- Донева, Н. (2011). *Методологија за утврдување на функционалната зависност на трошоците од видот на работната средина и големината на профилот при изработка на хоризонтална рударска просторија*. Докторска дисертација. Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип.